

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN



(11)Publication number : 2003-333784

(43)Date of publication of application : 21.11.2003

(51)Int.Cl. H02K 3/34  
H02K 1/16  
H02K 3/04

(21)Application number : 2002-135499 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

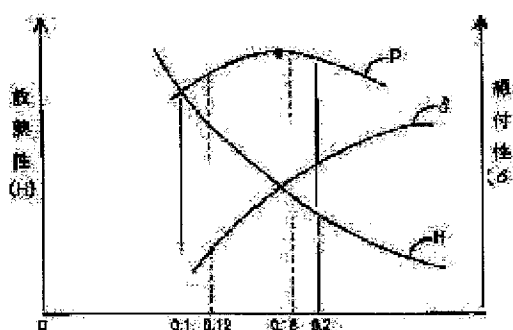
(22)Date of filing : 10.05.2002 (72)Inventor : KAWABATA YASUMI  
NAGAMATSU SHIGETAKA  
MIURA TETSUYA  
FUKUMARU KENICHIRO

## (54) ELECTRIC MOTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electric motor improving its heat radiation and assembly workability of a coil.

**SOLUTION:** The electric motor provided with a stator and/or a rotor comprising an iron core 10 constituted by radially arranging a plurality of slots 11 consisting of a groove in almost a square section and a coil constituted by an element wire 31 in almost a square section stored in these slots, is characterized by a clearance  $L=(S-M)$  in a circumferential direction, determined by a distance  $S$  between inner walls in a circumferential direction in the slot and by a wire width  $M$  in a circumferential direction of the element wire, satisfying a relation  $0.12 \leq L/M \leq 0.2$ . The clearance in the slot provided in the stator core or the like can be easily optimized, heat radiation and assembly workability of the coil can be improved to an extent with no example in the past.





55/126JP01(5273)  
F/299-F/303-F/3990  
引用文献 3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-333784  
(P2003-333784A)

(43) 公開日 平成15年11月21日 (2003. 11. 21)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 2 K	3/34	H 0 2 K	C 5 H 0 0 2
	1/16		A 5 H 6 0 3
	3/04		E 5 H 6 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願2002-135499(P2002-135499)

(22) 出願日 平成14年 5 月10日 (2002. 5. 10)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 川端 康己

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 永松 茂隆

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

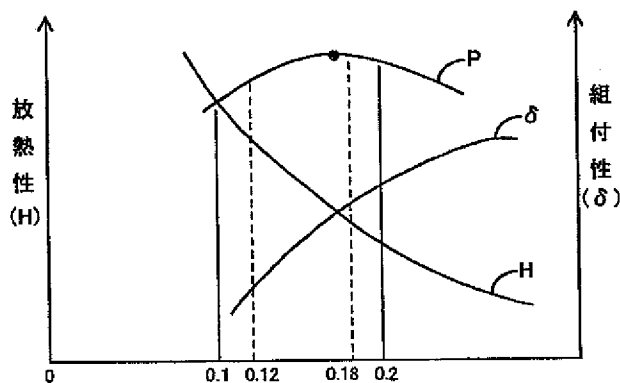
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機

(57) 【要約】

【課題】 コイルの放熱性や組付性を向上させた電動機を提供する。

【解決手段】 本発明の電動機は、断面略方形の溝からなる複数のスロット (11) を放射状に配設してなる鉄心 (10) と、このスロットに収納された断面略方形の素線 (31) からなるコイルとからなるステータおよび/またはロータを備える電動機において、前記スロット内の周方向の内壁間距離 S と、前記素線の周方向の線幅 M とにより定まる周方向のクリアランス  $L = (S - M)$  が、 $0.12 \leq L/M \leq 0.2$  を満たすことを特徴とする。本発明によれば、ステータコア等に設けたスロット内のクリアランスを容易に最適化でき、コイルの放熱性や組付性を従来になく向上させることができた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 断面略方形状の溝からなる複数のスロットを放射状に配設してなる鉄心と、  
該スロットに収納された断面略方形状の素線からなるコイルとからなるステータおよび／またはロータを備える電動機において、

前記スロット内の周方向の内壁間距離 $S$ と、前記素線の周方向の線幅 $M$ とにより定まる周方向のクリアランス $L = (S - M)$ が、

$$0.1 \leq L/M \leq 0.2$$

を満たすことを特徴とする電動機。

【請求項2】 前記スロットと前記素線との間に介在して前記鉄心と前記コイルとの間の絶縁を確保する絶縁部材を備え、

前記絶縁部材の厚さ $B$ と前記素線の線幅 $M$ とは、

$$0.07 \leq 2B/M \leq 0.2$$

を満たす請求項1記載の電動機。

【請求項3】 前記絶縁部材は、前記スロットの内壁に被覆または充填されたエポキシ樹脂層である請求項2記載の電動機。

【請求項4】 車両駆動用である請求項1記載の電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、放熱性、組付性等に優れたステータやロータを備える電動機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 電動機（以下、適宜、「モータ」という。）は、各種分野で使用されているが、特に、ハイブリット車（HV）や電気自動車（EV）等に用いられる車両駆動用モータの開発が盛んになされている。このようなモータでは、高出力化は勿論、小型化の要請が強い。モータの小型化を図るには、各部の寸法精度を高めて可能な限り無駄なクリアランスを少なくする必要がある。さらに、コイルの素線とその素線が収納される鉄心のスロット内壁との間のクリアランスを詰めた場合、ステータやロータの上記小型化のみならず、コイルからの放熱性をも向上させることができる。なぜなら、そのクリアランスが狭い程、コイルから鉄心への熱伝達性が向上し、鉄心から外部へ効率的に放熱されるからである。特に、高出力のモータほど、コイルで多くの発熱（銅損）を生じるため、コイル溶損や絶縁破壊等を防止する観点から、それらの間のクリアランスを狭くして放熱性を向上させる必要性は高い。しかし、その一方で、素線とスロット内壁間のクリアランスを狭くし過ぎると、素線をスロットへ収納する際の組付性が悪化すると共に素線絶縁皮膜の損傷を起すことにもなる。その結果、モータの生産性が低下して、モータのコスト上昇要因となる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このように、スロット内のクリアランスをどのように設定するかは重要で意義のある問題であるが、これまでこのクリアランス自体にはあまり注目されてこなかった。本発明は、このような事情に鑑みてなされたものである。すなわち、モータの小型化、放熱性、組付性等をバランス良く向上させるために、スロット内のクリアランスの最適化を図った電動機を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 そこで、本発明者はこの課題を解決すべく鋭意研究し、試行錯誤を重ねた結果、相反する特性を高次元でバランスさせることができる各部の寸法関係を新たに見出し、本発明を完成させるに至った。すなわち、本発明の電動機は、断面略方形状の溝からなる複数のスロットを放射状に配設してなる鉄心と、該スロットに収納された断面略方形状の素線からなるコイルとからなるステータおよび／またはロータを備える電動機において、前記スロット内の周方向の内壁間距離 $S$ と、前記素線の周方向の線幅 $M$ とにより定まる周方向のクリアランス $L = (S - M)$ が、 $0.1 \leq L/M \leq 0.2$ を満たすことを特徴とする。

【0005】 本発明のように、少なくとも、鉄心のスロットの内壁間距離 $S$ とそのスロットへ収納される素線の線幅 $M$ との寸法関係を所定範囲内に最適化すると、鉄心へのコイルの組付性およびコイルから鉄心への放熱性等を確保でき、さらには、電動機の小型化を図れる。ここで、素線の線幅 $M$ 毎に上記組付性や放熱性の向上を図る上で必要となるクリアランスは異なるため、本発明ではこの線幅 $M$ を基準にした相対クリアランス $L/M$ を考えることとした。これが0.1未満では素線をスロットへ組付けることが困難となる。一方、 $L/M$ が0.2を超えると、素線とスロット内壁との間に形成される空気層が厚くなり、素線から鉄心への熱伝達性が低下し、コイルの放熱性が悪化する。これは、 $0.12 \leq L/M \leq 0.18$ であるとより好ましい。

【0006】 次に、各素線は、エナメル等によりそれぞれが絶縁被覆されているものの、モータの使用中に素線と鉄心とが摺接等して、その絶縁被覆が局部的に剥離する可能性もある。そこで、素線とスロット内壁との間には通常、絶縁紙、スロット内壁の絶縁皮膜等からなる絶縁部材が設けられている。この絶縁部材により、素線の絶縁被覆の保護やコイルと鉄心間の絶縁性の確保がなされている。しかし、この絶縁部材は、絶縁性を確保する一方でコイルの放熱性を妨げる要因ともなり得る。そこで、この絶縁部材の厚さ $B$ をも最適化することが好ましい。例えば、前記スロットと前記素線との間に前記鉄心と前記コイルとの間の絶縁を確保する絶縁部材を設ける場合、前記絶縁部材の厚さ $B$ と前記素線の線幅 $M$ とが、 $0.07 \leq 2B/M \leq 0.15$ を満たすと好適である。これは $0.09 \leq 2B/M \leq 0.12$ であるとより好ま

しい。このような絶縁部材として、NPN等の絶縁紙が代表的であるが、熱伝導性に優れたフィラ入り不飽和ポリエステルやエポキシ樹脂等でスロットの内壁が被覆されていたり、スロット内にフィラ入り不飽和ポリエステルやエポキシ樹脂等が充填されていると一層好ましい。さらには、不飽和ポリエステル、液晶ポリマー等でスロットの内壁に絶縁膜（絶縁部材）を形成しても良い。

【0007】なお、相対クリアランス $L/M$ の下限を考える場合、組付性の観点から、素線の絶縁部材の厚さ $B$ をも考慮に入れる必要があるかのようにも思える。しかし、スロット内に素線を組入れた後に、絶縁紙を端部から挿入したり樹脂を充填したりすることが可能だから、必ずしも、前記 $L/M$ に厚さ $B$ を考慮する必要はない。もっとも、その場合、 $L/M$ の下限として $2B/M$ よりも大きな値を設定する必要があることはいうまでもない。一方、素線をスロットへ収納する前から、スロットに絶縁部材が被覆されている場合、その絶縁部材を含めて内壁間距離 $S$ を考えれば良い。なお、素線にエナメル等の被覆がなされている場合は、素線の線幅 $M$ は、その絶縁被覆を含めた幅として取扱えば足る。本発明のよう

#### 【0008】

【発明の実施の形態】次に、実施形態を挙げ、本発明をより具体的に説明する。本発明に係る一実施形態であるハイブリット車用駆動モータのステータ1の部分断面を図1に示す。このステータ1は、ステータコア（鉄心）10とコイル30とからなる。ステータコア10の内周側には、略方形断面をして軸方向に延びる、内口溝からなるスロット11が放射状に多数設けられている。なお、このステータコア10は、型抜きした電磁鋼板に、絶縁処理を施したものを積層して形成したものである。

【0009】コイル30は、そのスロット11に収納された複数のセグメントコイル31からなる。このセグメントコイル31は、略方形断面をした銅線材からなり、中央部が捻られて全体としてU字型をしている。そして、一つのセグメントコイル31の各足は、異なるスロット11にそれぞれ収納される。こうして積層された複数のセグメントコイル31の端部は溶着により連結されて、全体としてコイル30を形成している。スロット11の内周壁には、絶縁部材である絶縁紙（NPN）20が挿入され、各セグメントコイル31とスロット11の内壁とが直接接触することがないようにされている。なお、セグメントコイル31の外周面には、端部の溶着部を除いて、エナメル被覆が施されている。

【0010】次に、図1に示すA部の拡大図を図2に示す。図2では、スロット11の周方向の内壁間距離を

S、セグメントコイル31の周方向の線幅を $M$ 、スロット11とセグメントコイル31との間にできるクリアランスを $L (=S-M)$ とした。そして、スロット11の内壁とセグメントコイル31との間に介装された絶縁紙20の厚さを $B$ とした。これらより求まる相対クリアランス $L/M$ をパラメータとして、コイル30の放熱性とコイル30の組付性とを評価したものを図3に示す。ここで、コイル30の放熱性は、コイル30からステータコア10へ伝達される熱伝達量 $H$ で評価した。この熱伝達量 $H$ は、 $\Delta T (^{\circ}\text{C}) / R (^{\circ}\text{C}/\text{W})$ により求めたものである。ここで、 $\Delta T$ は温度上昇分、 $R$ は熱抵抗である。また、コイル30の組付性は、セグメントコイル31のスロット11への挿入有効隙間 $\delta$ で評価した。この挿入有効隙間 $\delta$ とは、セグメントコイル31を挿入するときの押付力 $F$ からの代用特性であり、 $1/F (\text{N})$ により求めた。

【0011】ところで、図3の曲線 $H$ と曲線 $\delta$ は、出力 $(W) = \text{回転数} (1/s) \times \text{トルク} (N \cdot m)$ に対して、入力 $(W) = \text{電圧} (V) \times \text{電流} (A)$ との差のエネルギー損失分が発熱になる。その内訳（銅損、鉄損等）のうち、銅損の発熱 $Q (W)$ と熱伝達系の各材料の熱抵抗 $R (^{\circ}\text{C}/\text{W})$ とを個別実験データから見積ったものである。また、モータの銅損は、出力トルクにほぼ比例した電流 $(A) \times \text{電気抵抗} (\Omega)$ で決るものである。

【0012】（評価）曲線 $H$ と曲線 $\delta$ を重ね合せた曲線 $P$ を図3に併せて示した。図3から解るように、曲線 $P$ は、 $L/M = 0.1 \sim 0.2$ （より具体的には $0.12 \sim 0.18$ ）の範囲にピークをもつ。従って、 $L/M$ がこの範囲内となるように定めると、コイル30の放熱性と組付性とを高次元でバランスさせることができる。

#### 【0013】

【発明の効果】本発明によれば、ステータやロータの鉄心に設けたスロット内のクリアランスを容易に最適化でき、コイルの放熱性や組付性を一層向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る一実施形態である電動機のステータコアを示す部分断面図である。

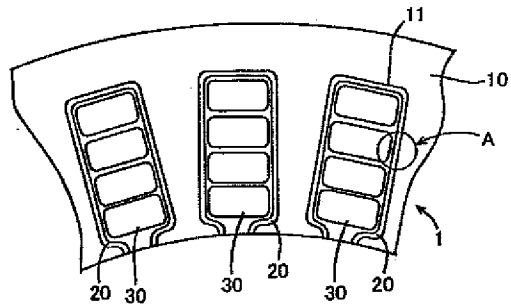
【図2】そのA部拡大図である。

【図3】その実施形態の電動機についてコイルの放熱性および組付性を示したグラフである。

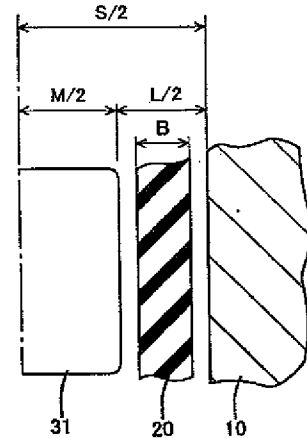
#### 【符号の説明】

- 1 ステータ
- 10 ステータコア（鉄心）
- 11 スロット
- 20 絶縁紙
- 30 コイル
- 31 セグメントコイル（素線）

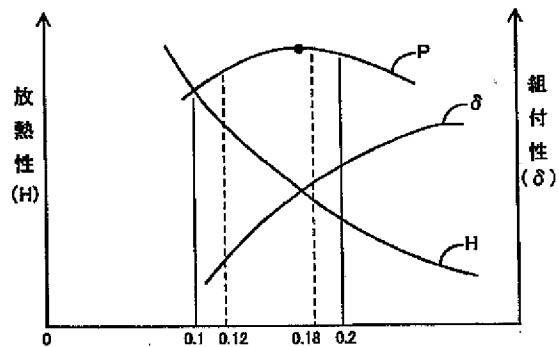
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 徹也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 福丸 健一郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考)

5H002 AA07 AB01 AB06

5H603 AA03 AA04 AA11 BB01 BB12

CA01 CA05 CB02 CB17 CB22

CB26 CC05 CC12 CC17 CD02

CE02 EE03 EE12 FA01 FA24

FA26

5H604 AA03 BB01 BB14 CC01 CC05

CC15 DA15 DA16 DB02 PB03